

ISOTERMAS DE ADSORÇÃO DE FÓSFORO EM DOIS TIPOS DE SOLO CULTIVADO COM O ALGODOEIRO HERBÁCEO



MINISTERIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO

ISOTERMAS DE ADSORÇÃO DE FÓSFORO EM DOIS TIPOS DE SOLO CULTIVADO COM O ALGODOEIRO HERBÁCEO

Laudemiro Balduino da Nóbrega
Layne Nóbrega Vasconcelos
Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão
José Wellington dos Santos
Demóstenes Marcos Pedrosa de Azevedo
Dirceu Justiniano Vieira



Exemplares desta publicação podem ser solicitados à

Embrapa-Algodão

Rua Osvaldo Cruz 1143, Centenário

Caixa Postal 174

Telefone (083) 341-3608

Fax (083) 322-7751

58107-720 - Campina Grande, PB

E-mail: algodao @cnpa.embrapa.br

<http://www.cnpa.embrapa.br>

Tiragem: 500 exemplares

Comitê de Publicações

Presidente: Luiz Paulo de Carvalho

Secretária: Nívia Marta Soares Gomes

Membros: Eleusio Curvêlo Freire

Emídio Ferreira Lima

Carlos Alberto Domingues da Silva

José Wellington dos Santos

Malaquias da Silva Amorim Neto

Demóstenes Marcos Pedrosa de Azevedo

José Janduí Soares

Robson de Macedo Vieira

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande, PB)

Isotermas de adsorção de fósforo em dois tipos de solo cultivado com o algodoeiro herbáceo, por Laudemiro Baldoíno da Nóbrega e outros. Campina Grande, 1997.

36p. (EMBRAPA-CNPA. Boletim de Pesquisa, 33)

1. Algodão herbáceo - Solos - Adsorção. I. Nóbrega, L.B.da
II. Vasconcelos, L.N. III. Beltrão, N.E.de M. IV. Santos, J.W. dos
V. Azevedo, D.M.P.de VI. Vieira, D.J. VII. Título. VIII. Série

CDD 633.51

©Embrapa 1997

SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT	6
INTRODUÇÃO	7
MATERIAL E MÉTODOS.....	9
ENSAIOS DE LABORATÓRIO	9
ENSAIOS DE CASA DE VEGETAÇÃO	11
RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
CONCLUSÕES	16
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

ISOTERMAS DE ADSORÇÃO DE FÓSFORO EM DOIS TIPOS DE SOLO CULTIVADO COM O ALGODOEIRO HERBÁCEO

RESUMO: Objetivando estudar as isotermas de adsorção de fósforo em dois tipos de solo, arenoso e franco-arenoso, respectivamente coletados nos municípios de Surubim, PE, e Monteiro, PB, Brasil, quatro ensaios foram conduzidos, sendo dois em condições de laboratório e dois em condições de casa de vegetação. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado com três repetições. A cultivar de algodão (*Gossypium hirsutum* L.r. *latifolium* Hutch) utilizada como planta-teste em casa de vegetação, foi a CNPA Precoce 1, considerada de ciclo vegetativo-reprodutivo de curta duração. Com base nos resultados obtidos, concluiu-se que a capacidade de adsorção máxima do solo de Surubim foi de 0,025mg P/g solo (25ppm) com energia de retenção de 0,0001831ppm⁻¹P. Para o solo de Monteiro, a capacidade de adsorção máxima foi de 0,014mg P/g solo (14ppm) com energia de retenção de 0,0003435ppm⁻¹P. Considerando-se o rendimento de algodão em caroço, a adubação com 120% da adsorção máxima de fósforo incrementou o rendimento em 67,5% mais, com relação ao tratamento sem adição de P (testemunha) considerando-se o solo de Surubim. Com relação ao solo de Monteiro, não se verificou diferença significativa entre os rendimentos. As principais características agronômicas e tecnológicas da fibra permaneceram praticamente inalteradas e dentro dos padrões da cultivar utilizada como teste.

Palavras Chave: *Gossypium hirsutum*, fertilizante, adubação

PHOSPHORUS ADSORPTION ISOTHERMS IN TWO SOIL TYPES CULTIVATED WITH ANNUAL COTTON

ABSTRACT - Four trials were carried out under lab and greenhouse conditions to study phosphorus adsorption isotherms in two types of soils, sandy and loam, collected from Surubim, PE and Monteiro, PB - Brazil. A completely randomized design was used with three replicates. A short cycle cotton cultivar (CNPA Precoce 1) was used as control in the greenhouse trials. The maximum adsorption capacity from Surubim soil was 0.025mg P/g soil (25ppm) with retention energy of $0.0001831 \text{ ppm}^{-1}\text{P}$. The maximum adsorption capacity from Monteiro soil was 0.014 mgP/g soil (14ppm) with adsorption energy of $0.0003435 \text{ ppm}^{-1}\text{P}$. For soil from Surubim, fertilization with 120% of maximum phosphorus adsorption increased cotton yield by 67.5% in relation to control. For Monteiro soil, no significant difference was registered between fertilized and control plots. Fiber characteristics did not consistently change due to treatment effects.

Key words: *Gossypium hirsutum*, fertilizer, fertilization

ISOTERMAS DE ADSORÇÃO DE FÓSFORO EM DOIS TIPOS DE SOLO CULTIVADO COM O ALGODOEIRO HERBÁCEO

Laudemiro Balduino da Nóbrega¹

Layne Nóbrega Vasconcelos²

Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão¹

José Wellington dos Santos¹

Demóstenes Marcos Pedrosa de Azevedo¹

Dirceu Justiniano Vieira¹

INTRODUÇÃO

Nas microregiões homogêneas do Agreste Setentrional do Estado de Pernambuco e Cariris Velhos, no Estado da Paraíba, onde se cultiva o algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.r. *latifolium* Hutch.) entre outros fatores responsáveis pelos baixos rendimentos obtidos pelos produtores, destaca-se especialmente a deficiência de fósforo, nutriente essencial responsável por todas as reações de transferência de energia no metabolismo celular, via ATP e constituinte dos ácidos nucléicos (RNA e DNA). Sabe-se, através de análise de fertilidade, que parte dos solos nordestinos apresenta teor de fósforo assimilável abaixo do nível crítico, considerando-se a média de 10 a 12ppm.

No Brasil, e em particular no Nordeste, a avaliação do fósforo disponível no solo, chamado "fósforo assimilável", tem sido feita através de extratores, como os métodos Norte Carolina (HCl + H₂SO₄), Bray 1 e Bray 2 (NH₃F e HCl), Olsen (NaHPO₃) e outros, que simulam a extração do nutriente pelas plantas. As recomendações de adubação são baseadas nos níveis do elemento químico no solo, correlacionadas com as respostas biológicas das plantas, estabelecendo-se os níveis críticos e posterior experimentação para definir-se os níveis críticos de adubação

¹ Pesquisadores da Embrapa-Algodão CP. 174, CEP, 58107-720, Campina Grande, PB

² Química Industrial, estagiária do CNPq/Embrapa

para cada condição de solo. De acordo com as informações de Fassbender (1966) todas as metodologias utilizadas para a determinação de "fósforo assimilável" do solo requerem uma relação padronizada; solo e solução extratora, embora outros autores (Pratt & Garber, 1964, Griog, 1965, Khaana, 1967, Cabala, 1970) tenham encontrado correlações próximas entre determinadas frações de fósforo no solo a respostas biológicas das plantas e os teores disponíveis desse elemento químico.

Williams (1965) afirma que esses métodos fornecem apenas uma idéia aproximada do fator "capacidade" de fósforo no solo ($\Delta Q/\Delta I$) onde Q = quantidade e I = intensidade que, segundo Novais (1977) é fortemente correlacionado com a adsorção máxima. Para ele, a adsorção máxima é uma medida satisfatória do fator capacidade de fósforo, ou seja, como e em que velocidade o solo recompõe o fósforo livre na sua solução, fator intensidade, mecanismo de elevada importância para o suprimento das necessidades nutricionais das plantas com esse nutriente.

A quantidade de fósforo adsorvida ou fixada depende de diversas variáveis, entre as quais o tipo e teor de argila (Hunter, 1966), teor de matéria orgânica (Fassbender, 1975), óxidos livres de alumínio e ferro (Braga & Defelipo, 1974) e tempo de contato (Pratt, 1966) o que torna necessário estudar-se as isotermas de adsorção para cada tipo de solo, visando recomendações de adubação com base nos fatores capacidade e adsorção máxima.

Para Delazari et al. (1983) existem algumas dúvidas quanto ao uso e interpretação dos resultados das análises químicas atualmente utilizadas na avaliação da fertilidade do solo, pois muitas vezes a quantidade do nutriente extraído não está correlacionada com aquela que o solo poderia fornecer à planta. No caso do (P), por exemplo, uma simples medição em laboratório, através de extratores químicos, não prediz, com segurança, a quantidade que o solo pode suprir (Mattingly, 1965); portanto, o conceito "disponível", apresentado por Bray (1948) e usado na maioria dos trabalhos sobre fósforo, é estático, sendo necessário

estudá-lo no aspecto dinâmico, considerando-se os fatores quantidade (Q), intensidade (I) e capacidade ($\Delta Q/\Delta I$) bem como a difusão do elemento no solo (Gunary & Sutton, 1967 e Dalal & Hallsworth, 1976) os quais têm apresentado correlação significativa com características química e física do solo. Para Bahia Filho et al (1983) as correlações encontradas entre argila, teor de carbono, adsorção máxima e capacidade-tampão máxima, refletem a extensão da superfície adsortiva.

A pesquisa foi realizada com o objetivo de determinar a capacidade máxima de adsorção de fósforo, em dois tipos de solo, um proveniente do Campo Experimental de Surubim, PE, e o outro do Campo Experimental de Monteiro, PB, ambos pertencentes à Embrapa-Algodão e, ecologicamente, representativos de áreas cultivadas com a cultura do algodoeiro herbáceo.

MATERIAL E MÉTODOS

Quatro experimentos foram conduzidos (dois em laboratório e dois em casa de vegetação) pertencentes à Embrapa-Algodão, no município de Campina Grande, PB. Os ensaios foram instalados utilizando-se o delineamento de blocos inteiramente casualizados, sendo os realizados em laboratório com 12 tratamentos e os de casa de vegetação com 10, todos com três repetições.

Os resultados das análises química e física dos solos envolvidos no estudo, encontram-se nas Tabelas 1 e 2. Os solos foram do tipo Podzólico (município de Surubim, PE) e Bruno-não-Cálcico (município de Monteiro, PB). O material dos solos para o estudo foi retirado de duas profundidades: de 0-10cm e 10-20cm da superfície, camada considerada arável e bem explorada pela cultura do algodoeiro herbáceo.

a) Ensaios de laboratório

No laboratório, para a determinação das isotermas de adsorção via método de Langmuir, de cada tipo de solo foi retirada uma amostra de 100g, para ser submetida ao

peneiramento com tamises de 60 mesh. Dos materiais tamisados foram retiradas frações de 2,5g, que foram agitadas por 24 horas em 25ml da solução CaCl_2 0,01M, contendo níveis crescentes de P na forma de $\text{KH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$; depois da agitação, os tubos foram submetidos a centrifugação durante cinco minutos, a 3.000rpm. Nos sobrenadantes (solução de equilíbrio) foram determinadas as concentrações de fósforo pelo método de molibdato e vitamina "C", modificado por Braga & Defelipo (1974).

Das soluções de equilíbrio foram retiradas alíquotas de 1ml e levadas a balões volumétricos de 100ml (com numerações correspondentes às soluções das alíquotas) nos quais foram adicionados 10ml da solução "725" (agente catalizador que acelera a redução do complexo fosfo-molíbico) e 4ml de solução de ácido ascórbico a 2%, completando-se o volume com água destilada; após o desenvolvimento da cor azul (que se estabiliza após quinze minutos, por determinado período) foram transferidas porções de cada balão para tubos de leitura (numerados adequadamente) do espectrofotômetro de absorção ESPECTRONIC 20 Bausch & Lomb, devidamente calibrado no comprimento de onda 725nm, no qual foram procedidas as leituras das percentagens (transmitância). O mesmo procedimento foi adotado para se determinar as concentrações reais de fósforo (em ppm) existentes nas soluções de fósforo, adicionadas ao solo (Curva Padrão).

Por diferença entre as concentrações de fósforo das soluções adicionadas ao solo e às concentrações de fósforo das soluções de equilíbrio, determinou-se o fósforo adsorvido por grama de solo; de posse dos dados para cada solo, calcularam-se, estatisticamente, as isotermas de adsorção pela equação de Langmuir, que tem a grande vantagem, sobre a de Freundlich, de permitir a determinação da capacidade máxima de adsorção de fósforo do solo (Olsen & Watanabe, 1957). Os dados foram ajustados e trabalhados via equação de Langmuir que, na forma linear, é expressa pela equação $c/x/m = 1/k.b + 1/b.c$, onde c é a concentração de fósforo (ppm) na solução de equilíbrio, x/m é a

quantidade de fósforo adsorvido por unidade de peso de solo (mg P/g de solo), k é a constante de energia de retenção de fósforo no solo em estudo (ppm^{-1}P) e b é a capacidade máxima de adsorção de fósforo (mg P/g de solo).

Para cada meio edáfico plotaram-se os valores observados ($P_2/\text{mg P/g solo}$) contra P_2 (fósforo na solução) para se identificar as chamadas regiões de Muljadi et al. (1966) que se referem às faixas de concentração onde há proporcionalidade (linearidade). Na determinação das regiões de Muljadi foram utilizados, para o tratamento matemático, os sete últimos pontos, ou seja, de 40 a 100ppm P, com intervalo de 10ppm a 10ppm; os valores considerados foram, respectivamente, 17,96, 30,52, 35,21, 45,56, 52,82, 62,56 e 71,75 (ppm P) para a realização das análises de regressão e correção, com estimativa dos coeficientes de determinação.

b) Ensaios de casa de vegetação

Com base nos resultados obtidos nos ensaios realizados no laboratório, para determinação da capacidade de adsorção máxima de fósforo dos solos, dois ensaios foram conduzidos em casa de vegetação, utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado, com dez tratamentos e três repetições. Cada unidade experimental constou de duas plantas desenvolvidas em caixas de ferro galvanizado, com as seguintes dimensões: 50cm x 50cm x 25cm, respectivamente de comprimento, largura e altura. A cultivar utilizada no plantio foi a CNPA Precoce 1, de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.r.*latifolium* Hutch) tomando-se como base as capacidades máximas de adsorção de P obtidas nos ensaios de laboratório dos solos em referência, que foram de 0,025mg P/g de solos (25ppm) e de 0,014mg. P/g de solo (14ppm) respectivamente para os solos de Surubim, PE, e Monteiro, PB. Os tratamentos estabelecidos foram os seguintes: 1) sem fósforo (testemunha absoluta); 2) recomendações do laboratório (testemunha relativa); 3) adubação- 40% da adsorção máxima; 4) adubação- 60% de adsorção máxima; 5) adubação-80% da adsorção máxima; 6) adubação- 100% da adsorção máxima; 7)

adubação- 120% da adsorção máxima; 8) adubação - 140% da adsorção máxima; 9) adubação - 160% da adsorção máxima e 10) adubação- 180% da adsorção máxima.

As sementes do algodoeiro foram submetidas ao processo de deslinteramento e tratadas com ácido sulfúrico 65%, com o objetivo de destruir o línter das sementes, para facilitar a germinação e com Fenaminosulf + Quintozene [P - (dimetilamina) - benzenodiazó sulfonato de sódio (Fenaminosul) 10% + Pentacloronitrobenzeno (Quintozene) 75%] para proteção contra a podridão do colo (*Phytophthora spp*, *Rhizoctonia ssp*) e antracnose (*Colletotrichum gossypii*) na dose de 1.000g/100kg de semente. As adubações nitrogenada e potássica foram as recomendadas pela Embrapa-Algodão, ou seja, 60kg de N/ha e 20kg de K₂O/ha, utilizando-se como fontes o sulfato de amônio e o cloreto de potássio; o N foi parcelado, sendo 1/3 na semeadura (20kg N) e 2/3 no final da fase de botão (início da floração). Foram realizados pré-desbaste e desbaste definitivo, deixando-se uma planta por cova e duas plantas por caixa.

Foram realizados dois tratamentos fitossanitários, com Deltametrine [(s) - @ - ciona - m - fenoxibenzil (1R, 3R) 3 - (2,2 dibromovinil) 2, 2 - dimetil ciclopropano carboxilato] na dose de 100g/ha, contra o pulgão (*Aphis gossypii*, Glover) uma aplicação dezoito dias após o desbaste definitivo e outra quando a cultura estava na fase de floração; a umidade dos solos foi mantida através de irrigação manual (antes dos primeiros sinais de ponto de murcha). As unidades experimentais receberam uma primeira irrigação antes da semeadura, a fim de assegurar a umidade necessária para a germinação e incorporação nos solos das adubações fosfatada, nitrogenada e potássica, tendo sido efetuada a última irrigação quando da abertura dos primeiros capulhos. Variáveis computadas:

- altura de planta
- diâmetro caulinar de planta
- número de botões florais

- números de frutos
- rendimento
- peso de capulho
- peso de 100 sementes
- percentagem de fibra
- germinação (%)
- teor de óleo
- teor de proteína
- características tecnológicas de fibra - comprimento, uniformidade, resistência, finura e maturidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

• Ensaio de Laboratório e Casa de Vegetação

a) Solo Proveniente de Surubim, PE

Na Figura 1 tem-se a equação de Langmuir, com a representação gráfica (cálculo da capacidade máxima de adsorção de fósforo do solo em estudo). De acordo com os resultados obtidos, observou-se que a capacidade máxima de adsorção foi de 0,025mg. P/g solo (25ppm) com energia de retenção de apenas 0,0001831ppm⁻¹P. Com referência ao ensaio realizado em casa de vegetação, os resultados encontram-se nas Tabelas 3,4,5,6,7 e 8; com relação à variável altura de planta (Tabela 3) e considerando-se o intervalo de 15 dias após a emergência, verificou-se diferença estatisticamente significativa entre o valor obtido do tratamento 5 (80%) da adsorção máxima, quando comparado com o obtido do tratamento sem fósforo (testemunha absoluta).

No intervalo de 30 dias após a emergência verificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre os valores oriundos dos tratamentos com 60%, 80%, 100%, 120%, 140%, 160% e 180% da adsorção máxima, quando comparados com o valor obtido do tratamento da testemunha (sem adição de fósforo). Considerando-se os intervalos de 45, 60, 75 e 90 dias

após a emergência das plântulas, não se verificou diferença estatisticamente significativa (Tabela 3).

Para a variável diâmetro caulinar, levando-se em conta o intervalo de 15 dias após a emergência, verificou-se diferença estatisticamente significativa entre os valores provenientes dos tratamentos 5, 6, 7, 8, 9 e 10, respectivamente com 80%, 100%, 120%, 140, 160% e 180% da adsorção máxima, quando comparados com o valor obtido do tratamento 1, sem fósforo (testemunha absoluta) que pode ser visualizada na Tabela 4. No intervalo de 30 dias verificou-se diferença estatisticamente significativa entre o valor proveniente do tratamento 9 (160%) da adsorção máxima, quando comparado com os valores oriundos dos tratamentos 1 e 2, respectivamente testemunha absoluta (sem fósforo) e testemunha relativa (recomendações do laboratório). Considerando-se os valores provenientes dos tratamentos estudados nos intervalos de 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência, Tabela 4, verifica-se que, de maneira global, a variável em referência (diâmetro caulinar de planta) não foi afetada substancialmente pelo efeito dos tratamentos envolvidos no estudo.

Com relação ao número de botões florais, verificou-se que no intervalo de 30 dias após a emergência houve diferença estatisticamente significativa entre os valores obtidos dos tratamentos adubados com relação ao valor do tratamento não adubado (testemunha absoluta). Para os intervalos de 45, 60 e 75 dias após a emergência, não se verificou diferença estatisticamente significativa (Tabela 5). Os resultados obtidos para o número de frutos estão também na Tabela 5; verificou-se que, de maneira global, os valores oriundos dos tratamentos adubados foram sempre superiores aos do tratamento sem fósforo (testemunha absoluta) respectivamente aos 60, 75 e 90 dias após a emergência das plântulas.

Os resultados obtidos para rendimento de algodão em caroço, nas 1ª e 2ª colheitas, peso de capulho e de 100 sementes e percentagem de fibra, encontram-se na Tabela 6; considerando-

se o rendimento da 1ª colheita, verifica-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre os valores obtidos dos tratamentos estudados. Para os valores da 2ª colheita verificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre os obtidos dos tratamentos 3, 4, 6, 7, 9 e 10, com relação ao obtido do tratamento 1, respectivamente com 40%, 60%, 100%, 120%, 160% e 180% da adsorção máxima e sem fósforo. Para peso de capulhos e de 100 sementes e para percentagem de fibra, não se verificou diferença estatisticamente significativa (Tabela 6).

Na Tabela 7 pode-se visualizar os valores obtidos para germinação, teor de óleo e de proteína. Para germinação e teor de óleo não se verificou diferença estatisticamente significativa entre os valores provenientes dos tratamentos envolvidos na pesquisa; para teor de proteína, observou-se diferença estatisticamente significativa entre o valor oriundo do tratamento 10, com 180% da adsorção máxima com o do proveniente do tratamento 1 (testemunha absoluta). As características tecnológicas de fibra: comprimento, uniformidade, resistência e finura, não foram alteradas pelos efeitos dos tratamentos (Tabela 8); para a variável maturidade verificou-se diferença estatisticamente significativa entre os valores obtidos dos tratamentos 4, 5, 6, 7, 9 e 10 e o valor oriundo do tratamento 1, respectivamente com 60%, 80%, 100%, 120%, 160% e 180% da capacidade de adsorção máxima de fósforo e a testemunha absoluta (sem fósforo).

b) Solo Proveniente de Monteiro, PB

Na Figura 2 tem-se a equação de Langmuir com a representação gráfica (cálculo da capacidade de adsorção máxima de fósforo do solo em estudo). De acordo com os resultados obtidos observou-se que a capacidade de adsorção máxima foi de 0,014mg P/g solo (14ppm) com energia de retenção de 0,0003435 ppm ¹P; os valores obtidos para a capacidade de adsorção máxima dos solos envolvidos no estudo são considerados baixos quando comparados com os verificados por Carvalho (1977) em solo do Cerrado, 1,100mg P/g solo (1.100ppm). Com referência ao ensaio realizado em casa de

vegetação, os resultados encontram-se nas Tabelas 9, 10, 11, 12, 13 e 14; para os resultados obtidos referentes às variáveis altura e diâmetro caulinar de planta, verificou-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre os valores obtidos dos tratamentos envolvidos no estudo (Tabelas 9 e 10); para a variável número de botões florais aos 30, 45, 60 e 75 dias após a emergência, verifica-se que essa variável praticamente não foi alterada significativamente pelos efeitos dos tratamentos estudados, o mesmo ocorrendo para a variável número de frutos aos 60, 75 e 90 dias após a emergência (Tabela 11).

Com relação ao rendimento de algodão em caroço nas primeira e segunda colheitas (Tabela 12) não se verificou diferença estatisticamente significativa, seja no rendimento da primeira colheita ou no da segunda, embora se observe um incremento na produção da primeira colheita a partir do tratamento 2, com relação à produção proveniente do tratamento 1 (sem adubação). As variáveis peso de capulho e de 100 sementes e percentagem de fibra, mantiveram-se estatisticamente inalteradas, como se pode visualizar na Tabela 12. As variáveis germinação, teor de óleo e de proteína, principais características tecnológicas de fibra (comprimento, uniformidade, resistência, finura e maturidade) respectivamente em função dos tratamentos envolvidos na pesquisa não foram significativamente afetadas, como se pode visualizar nas Tabelas 13 e 14.

CONCLUSÕES

a) Solo Proveniente de Surubim, PE

1. A capacidade de adsorção máxima foi de 0,025mg P/g solo (25ppm), com energia de retenção de $0,0001831 \text{ ppm}^{-1} \text{ P}$.
2. O rendimento de algodão em caroço na 2ª colheita foi incrementado, obtendo-se, do tratamento com 120% da adsorção máxima, um percentual acima de 2.000%, quando comparado com o valor proveniente do tratamento sem adição de P (testemunha absoluta).

3. A altura de planta aos 15 dias após a emergência das plântulas foi incrementada pelo efeito da adubação fosfatada.
4. Para as principais características agronômicas e tecnológicas de fibra não se detectaram alterações estatisticamente significativas; para a variável maturidade de fibra, constataram-se diferenças significativas entre os valores obtidos dos tratamentos 4, 5, 6, 7, 9 e 10 e o valor oriundo do tratamento 1, respectivamente com 60%, 80%, 100%, 120%, 160% e 180% da capacidade de adsorção máxima de P e a testemunha absoluta (sem adição de P).
5. A germinação e o teor de óleo não foram alterados significativamente pelos efeitos dos tratamentos envolvidos na pesquisa.
6. O teor de proteína foi incrementado com relação aos valores obtidos dos tratamentos adubados, comparados com o do tratamento não adubado.

b) Solo Proveniente de Monteiro, PB

1. A capacidade de adsorção máxima foi 0,014mg P/g solo (14ppm) com energia de retenção de $0,0003435\text{ppm}^{-1}\text{P}$.
2. A altura e o diâmetro caulinar de planta, respectivamente aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência das plântulas, não foram afetados pelo efeito dos tratamentos aplicados no estudo.
3. Com relação à variável número de botões florais aos 30, 45, 60 e 75 dias e número de frutos aos 60, 75 e 90 dias, respectivamente após a emergência das plântulas, também não foram detectadas diferenças, comportando-se praticamente inalteradas.
4. Baseando-se nos resultados obtidos e considerando-se as variáveis rendimento de algodão em caroço, peso de capulho e de 100 sementes, percentagem de fibra, germinação, teor de óleo e de proteína e as principais características tecnológicas da fibra (comprimento, uniformidade, resistência, finura e maturidade) as variáveis em referência permaneceram praticamente inalteradas, independentemente dos efeitos dos tratamentos impostos na pesquisa.

TABELA 1. Características química e física do solo do Campo Experimental de Surubim. Surubim, PE.
1991

Características	Valores
pH	6,4
Al + + + (meq/100cm ³ de solo)	0,05
Fósforo (ppm)	3,00
Potássio (ppm)	0,28
Ca + + (meq/100cm ³ de solo)	1,1
Mg + + (meq/100cm ³ de solo)	0,6
Na + (meq/100 cm ³ de solo)	0,10
Densidade aparente (g/cm ³)	1,64
Densidade real (g/cm ³)	2,65
Porosidade total (%)	38,11
Areia Grossa (%)	59,0
Areia fina (%)	29,0
Silte (%)	10,0
Argila	2,0
Classificação Textural	Arenoso

TABELA 2. Características química e física do solo do Campo Experimental de Monteiro. Monteiro, PB, 1991

Características	Valores
pH	6,3
Al + + + (meq/100cm ³ de solo)	0,05
Fósforo (ppm)	9,69
Potássio (ppm)	0,80
Ca + + (meq/100cm ³ de solo)	4,2
Mg + + (meq/100cm ³ de solo)	1,9
Na + (meq/100 cm ³ de solo)	0,11
Densidade aparente (g/cm ³)	1,48
Densidade real (g/cm ³)	2,57
Porosidade total (%)	42,11
Areia Grossa (%)	51,0
Areia fina (%)	24,0
Silte (%)	10,0
Argila	15,0
Classificação Textural	Franco-Arenoso

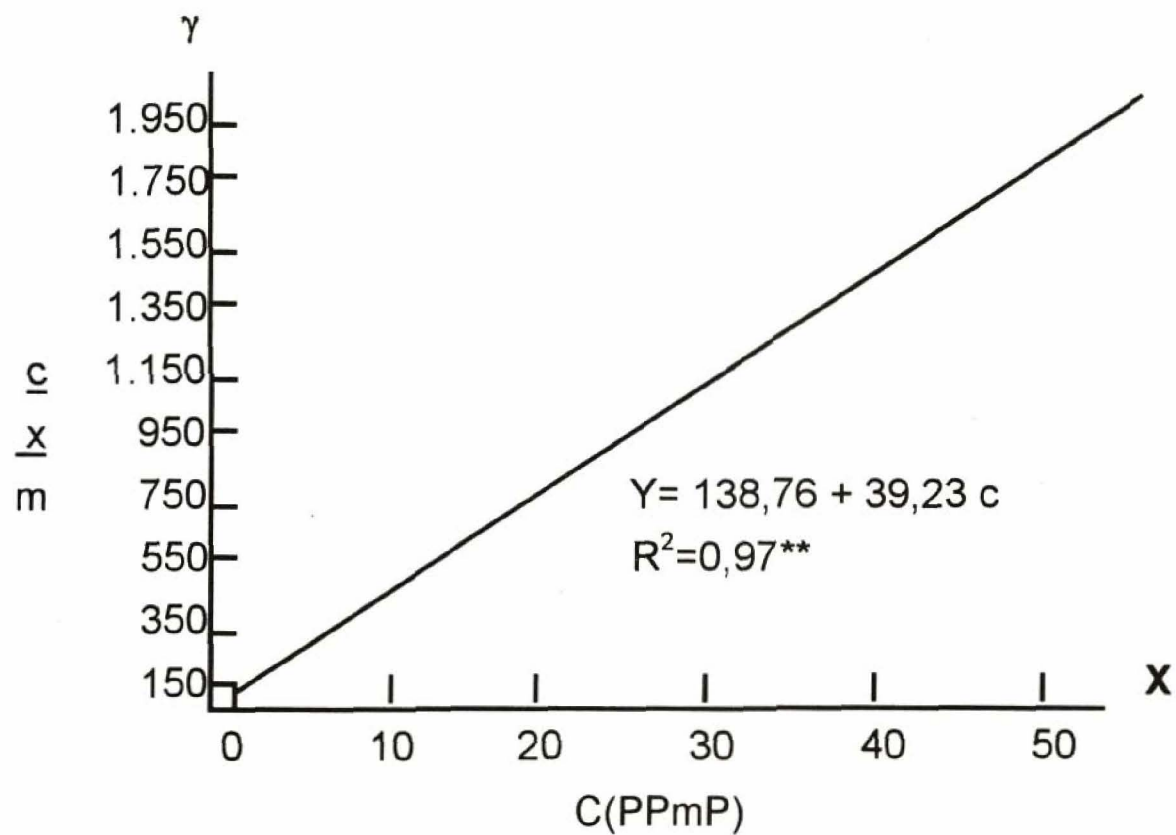


FIGURA 1 - Relacionamento entre a concentração real de fósforo na solução de equilíbrio (C) e a relação de (C) com o fósforo no solo. Equação da isoterma de adsorção de Langmuir do solo de Surubim, PE

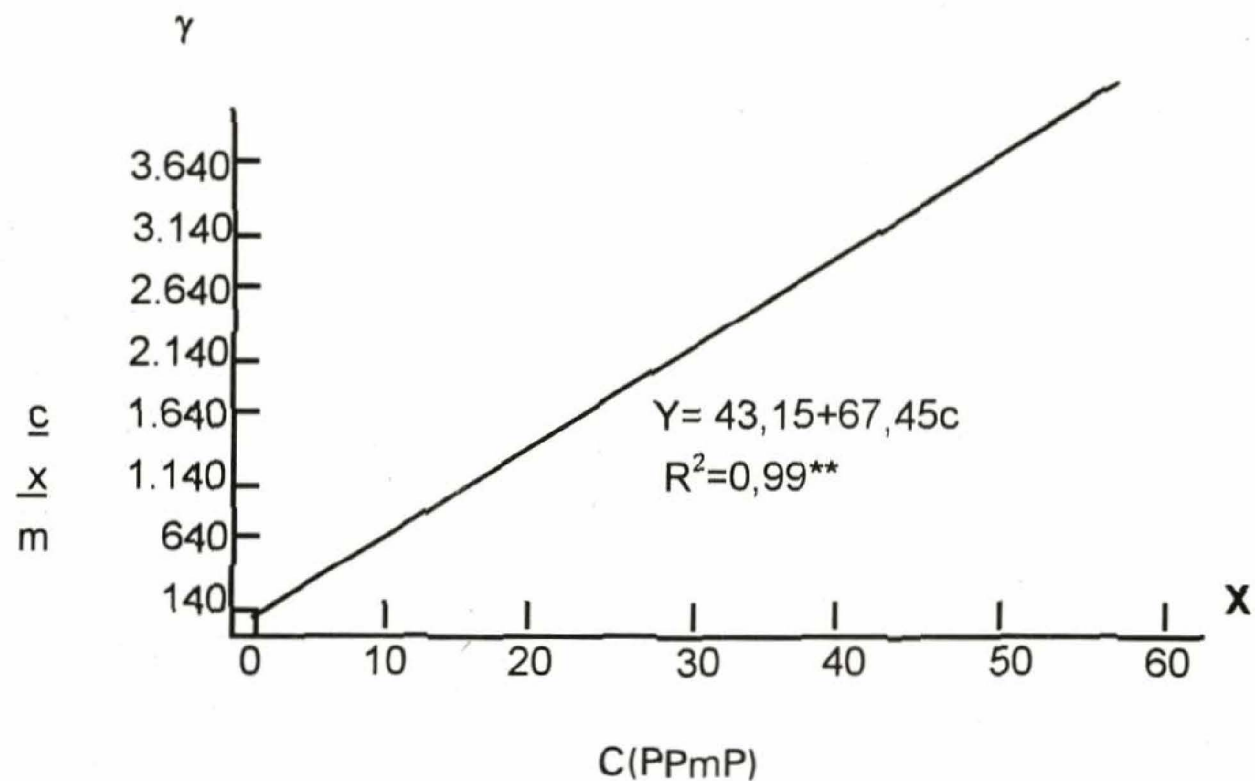


FIGURA 2 - Relacionamento entre a concentração real de fósforo na solução de equilíbrio (C) e a relação de (C) com o fósforo no solo. Equação da isoterma de adsorção de Langmuir do solo de Monteiro, PB

TABELA 3. Média dos tratamentos para a variável altura de planta aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência das plântulas (Solo de Surubim, PE). Campina Grande, PB, 1992

Tratamentos	Altura de Planta (cm)					
	15	30	45	60	75	90
01-Sem Fósforo (Testemunha Absoluta)	15,00 b	27,00 b	50,50a	69,33a	77,50a	80,00a
02-Recomendação do Lab.Test.Relativa	17,41ab	34,00ab	59,50a	82,66a	85,16a	85,83a
03-Adubação 40% da adsorção máxima	16,59ab	34,00ab	64,50a	88,56a	92,00a	91,16a
04-Adubação 60% da adsorção máxima	18,00ab	37,00a	67,33a	94,50a	101,16a	100,50a
05-Adubação 80% da adsorção máxima	19,16a	39,50a	68,66a	89,83a	92,50a	92,16a
06-Adubação 100% da adsorção máxima	16,83ab	37,50a	68,50a	92,16a	93,66a	95,16a
07-Adubação 120% da adsorção máxima	16,66ab	34,33a	58,83a	79,66a	85,66a	92,25a
08-Adubação 140% da adsorção máxima	18,33ab	37,83a	70,00a	88,16a	88,50a	88,83a
09-Adubação 160% da adsorção máxima	17,75ab	37,50a	70,66a	93,00a	94,50a	93,66a
10-Adubação 180% da adsorção máxima	17,25ab	36,83a	67,00a	91,66a	96,00a	96,83a
Média	17,37	35,84	65,03	86,95	90,66	92,03
C.V.(%)	7,68	6,59	10,27	11,44	9,18	7,76

Médias seguidas da mesma letra em cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade

TABELA 4. Média dos tratamentos para a variável diâmetro caulinar aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência das plântulas (Solo de Surubim, PE). Campina Grande, PB, 1992

Tratamentos	Diâmetro Caulinar (mm)					
	15	30	45	60	75	90
01-Sem Fósforo (Testemunha Absoluta)	2,03 b	4,80 c	7,11 b	8,91 b	9,10a	8,67a
02-Recomendação do Lab.Test.Relativa	3,09ab	5,75 bc	8,70ab	9,55ab	9,51a	9,23a
03-Adubação 40% da adsorção máxima	3,18ab	6,35ab	9,31ab	10,43ab	10,28a	9,75a
04-Adubação 60% da adsorção máxima	3,11ab	6,50ab	9,15ab	10,51ab	10,61a	10,01a
05-Adubação 80% da adsorção máxima	3,35a	6,76ab	9,90a	10,73ab	10,40a	9,95a
06-Adubação 100% da adsorção máxima	3,40a	6,70ab	9,80a	11,30a	10,96a	10,41a
07-Adubação 120% da adsorção máxima	3,28a	6,21ab	8,46ab	10,00ab	9,85a	9,70a
08-Adubação 140% da adsorção máxima	3,51a	6,61ab	10,01a	10,48ab	10,26a	9,68a
09-Adubação 160% da adsorção máxima	3,35a	7,06a	10,26a	10,98a	10,46a	10,03a
10-Adubação 180% da adsorção máxima	3,26a	6,33ab	9,41ab	10,70ab	10,51a	9,73a
Média	3,19	6,36	9,21	10,36	10,19	9,75
C.V.(%)	12,53	6,37	8,90	6,78	8,69	6,85

Médias seguidas da mesma letra em cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade

TABELA 5. Média dos tratamentos para as variáveis botão floral, aos 30, 45, 60 e 75 dias, e fruto, aos 60, 75 e 90 dias, respectivamente, após a emergência das plântulas (Solo de Surubim, PE). Campina Grande, PB, 1992

Tratamentos	Nº de Botões Florais				Nº de Frutos		
	30	45	60	75	60	75	90
01-Sem Fósforo (Testemunha Absoluta)	2,00 b	5,16a	6,08a	4,32a	3,24 b	5,54 b	5,28 b
02-Recomendação do Lab.Test.Relativa	3,14a	6,60a	5,84a	2,44a	4,86ab	6,38ab	5,82ab
03-Adubação 40% da adsorção máxima	3,14a	7,38a	7,62a	4,12a	5,08a	8,70a	6,00ab
04-Adubação 60% da adsorção máxima	3,02a	7,04a	7,08a	3,66a	5,40a	7,16ab	6,04ab
05-Adubação 80% da adsorção máxima	3,62a	7,98a	7,90a	3,34a	5,92a	8,04ab	6,32ab
06-Adubação 100% da adsorção máxima	3,26a	8,02a	8,52a	3,06a	5,46a	8,20ab	6,66ab
07-Adubação 120% da adsorção máxima	2,68a	3,48a	6,80a	4,16a	4,68ab	6,74ab	6,22ab
08-Adubação 140% da adsorção máxima	3,64a	3,64a	8,10a	7,00a	6,14a	7,56ab	6,36ab
09-Adubação 160% da adsorção máxima	3,49a	8,24a	8,14a	2,34a	5,76a	7,58ab	6,16ab
10-Adubação 180% da adsorção máxima	3,40a	7,36a	8,00a	3,54a	4,82ab	7,36ab	6,78ab
Média	3,14	7,24	7,30	3,28	5,14	7,26	5,96
C.V.(%)	10,44	14,74	21,25	3,35	7,40	16,01	5,36

Médias seguidas da mesma letra em cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade

TABELA 6. Média dos tratamentos para as variáveis rendimento de algodão em caroço nas 1ª e 2ª colheitas peso de capulho, peso de 100 sementes e % de fibra (Solo de Surubim, PE). Campina Grande, PB, 1992

Tratamentos	Rendimento de Algodão em caroço (g/planta)		Peso de capulho (g)	Peso de 100 sementes (g)	Fibra (%)
	1ª Colh	2ª Colh			
01-Sem Fósforo (Testemunha Absoluta)	24,86a	0,81 b	5,14a	10,40a	40,86a
02-Recomendação do Lab.Test.Relativa	25,62a	12,51ab	5,32a	10,90 a	42,96a
03-Adubação 40% da adsorção máxima	28,37a	17,74a	5,86a	11,10a	42,96a
04-Adubação 60% da adsorção máxima	26,14a	14,21a	5,46a	10,96a	42,30a
05-Adubação 80% da adsorção máxima	32,12a	11,70ab	5,70a	10,76a	42,42a
06-Adubação 100% da adsorção máxima	26,63a	16,94a	5,50a	11,22a	41,72a
7-Adubação 120% da adsorção máxima	25,73a	17,39a	5,34a	10,40a	41,00a
08-Adubação 140% da adsorção máxima	34,93a	13,87ab	5,66a	10,90a	41,36a
09-Adubação 160% da adsorção máxima	29,25a	21,13a	5,90a	11,02a	41,56a
10-Adubação 180% da adsorção máxima	27,53a	14,46a	5,16a	10,40a	42,62a
Média	28,32	14,43	5,52	10,82	41,98
C.V.(%)	13,91	29,23	9,18	3,95	2,72

Médias seguidas da mesma letra em cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade

TABELA 7. Média dos tratamentos para as variáveis germinação, teor de óleo e proteína (Solo de Surubim, PE). Campina Grande, PB, 1992

Tratamentos	Germinação (%)	Teor de Óleo (%)	Teor de Proteína (%)
01-Sem Fósforo (Testemunha Absoluta)	95,66a	22,74 a	17,92 c
02-Recomendação do Lab.Test.Relativa	97,66a	24,30a	20,10abc
03-Adubação 40% da adsorção máxima	99,32a	24,98a	20,68abc
04-Adubação 60% da adsorção máxima	96,32a	24,20a	21,32ab
05-Adubação 80% da adsorção máxima	94,66a	22,50a	19,06abc
06-Adubação 100% da adsorção máxima	97,00a	22,76a	20,10ab
07-Adubação 120% da adsorção máxima	95,32a	22,58a	21,74ab
08-Adubação 140% da adsorção máxima	94,00a	24,06a	21,74ab
09-Adubação 160% da adsorção máxima	93,66a	22,70a	21,24ab
10-Adubação 180% da adsorção máxima	95,66a	21,92a	22,84a
Média	95,82	23,30	20,66
C.V.(%)	3,31	11,76	5,01

Médias seguidas da mesma letra em cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade

TABELA 8. Média dos tratamentos para as variáveis das características tecnológicas de fibra: comprimento, uniformidade, resistência, finura e maturidade (Solo de Surubim, PE). Campina Grande, PB, 1992

Tratamentos	Comprimento (2,5%mm)	Uniformidade (%)	Resistência (lb/mg)	Finura (µg/in)	Maturidade ASTM(%)
01-Sem Fósforo (Testemunha Absoluta)	29,72a	54,42a	7,06a	3,22a	44,66 b
02-Recomendação do Lab.Test.Relativa	30,80a	54,96a	7,02a	3,62a	59,50ab
03-Adubação 40% da adsorção máxima	30,62a	54,40a	7,02a	3,50a	64,50ab
04-Adubação 60% da adsorção máxima	30,46a	55,70a	6,82a	3,56a	67,33a
05-Adubação 80% da adsorção máxima	30,50a	55,20a	6,90a	3,40a	68,66a
06-Adubação 100% da adsorção máxima	30,60a	55,70a	7,04a	3,16a	68,50a
07-Adubação 120% da adsorção máxima	31,10a	54,60a	7,10a	3,22a	70,00a
08-Adubação 140% da adsorção máxima	30,86a	54,22a	7,90a	3,36a	58,83ab
09-Adubação 160% da adsorção máxima	30,96a	54,92a	7,36a	3,40a	70,00a
10-Adubação 180% da adsorção máxima	30,40a	54,92a	7,20a	3,16a	67,00a
Média	30,60	54,70	7,04	3,36	63,96
C.V.(%)	1,62	3,25	4,70	7,49	11,25

Médias seguidas da mesma letra em cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade

TABELA 9. Média dos tratamentos para a variável altura de planta, aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência das plântulas (Solo de Monteiro, PB). Campina Grande, PB, 1992

Tratamentos	Altura de planta ¹ (cm)					
	15	30	45	60	75	90
01-Sem Fósforo (Testemunha Absoluta)	17,75	32,66	61,00	94,66	100,33	99,66
02-Recomendação do Lab.Test.Relativa	17,91	33,83	64,16	92,83	96,50	96,50
03-Adubação 40% da adsorção máxima	17,66	33,16	67,50	100,00	104,33	102,33
04-Adubação 60% da adsorção máxima	18,75	32,83	60,50	88,66	93,50	93,50
05-Adubação 80% da adsorção máxima	18,08	33,83	64,00	90,16	92,50	92,16
06-Adubação 100% da adsorção máxima	19,75	37,83	66,50	91,00	92,66	92,50
07-Adubação 120% da adsorção máxima	19,41	37,16	70,16	95,16	96,83	97,16
08-Adubação 140% da adsorção máxima	19,41	36,66	70,83	103,00	107,00	106,00
09-Adubação 160% da adsorção máxima	17,91	35,50	65,50	95,33	97,66	96,66
10-Adubação 180% da adsorção máxima	19,91	37,33	67,83	95,50	99,50	97,50
Média	18,65	35,08	65,80	94,66	98,08	97,50
C.V.(%)	9,42	10,67	10,79	7,53	7,26	7,15

¹ Não significativo pelo teste Tukey, a nível de 5% de probabilidade

TABELA 10. Média dos tratamentos para a variável diâmetro caulinar aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência das plântulas (Solo de Monteiro, PB). Campina Grande, PB, 1992

Tratamentos	Diâmetro Caulinar ¹ (mm)					
	15	30	45	60	75	90
01-Sem Fósforo (Testemunha Absoluta)	2,68	5,28	9,00	11,38	11,33	10,53
02-Recomendação do Lab.Test.Relativa	2,90	5,86	9,40	11,05	10,86	10,20
03-Adubação 40% da adsorção máxima	2,90	5,78	9,38	11,61	11,56	10,70
04-Adubação 60% da adsorção máxima	2,71	5,31	9,11	10,69	10,86	10,11
05-Adubação 80% da adsorção máxima	2,70	5,78	9,25	10,76	10,46	9,73
06-Adubação 100% da adsorção máxima	3,21	6,60	10,16	11,10	10,76	10,15
07-Adubação 120% da adsorção máxima	2,95	6,01	10,03	10,96	10,76	9,98
08-Adubação 140% da adsorção máxima	2,81	5,95	9,71	11,48	11,33	10,61
09-Adubação 160% da adsorção máxima	2,85	6,10	9,69	11,28	11,05	10,31
10-Adubação 180% da adsorção máxima	3,01	6,16	9,30	10,85	11,11	10,03
Média	2,87	5,88	9,50	11,11	11,00	10,23
C.V.(%)	7,66	7,75	7,15	4,73	3,81	5,46

¹ Não significativo pelo teste Tukey, a nível de 5% de probabilidade

TABELA 11. Média dos tratamentos para as variáveis botão floral, aos 30, 45, 60 e 75 dias, e fruto, aos 60, 75 e 90 dias, respectivamente, após a emergência das plântulas (Solo de Monteiro, PB). Campina Grande, PB, 1992

Tratamentos	Número de Botões Florais				Número de Frutos		
	30	45	60	75	60	75	90
01-Sem Fósforo (Testemunha Absoluta)	3,04a	7,38a	9,26a	5,58a	5,58a	7,16a	7,20a
02-Recomendação do Lab.Test.Relativa	3,46a	8,10a	8,76a	4,12ab	5,46a	9,14a	6,86a
03-Adubação 40% da adsorção máxima	3,04a	7,70a	9,18a	4,64a	5,84a	8,98a	6,96a
04-Adubação 60% da adsorção máxima	2,86a	7,82a	8,86a	4,52ab	5,60a	8,78a	6,86a
05-Adubação 80% da adsorção máxima	3,36a	8,10a	8,54a	4,52 b	6,04a	8,82a	6,66a
06-Adubação 100% da adsorção máxima	3,72a	8,78a	9,00a	3,14ab	6,68a	8,92a	6,82a
07-Adubação 120% da adsorção máxima	3,62a	8,48a	9,08a	2,68 b	6,26a	8,36a	6,60a
08-Adubação 140% da adsorção máxima	3,36a	8,20a	9,18a	3,32ab	5,82a	8,12a	7,92a
09-Adubação 160% da adsorção máxima	3,42a	8,26a	9,06a	3,38ab	6,10a	9,04a	7,56a
10-Adubação 180% da adsorção máxima	3,40a	7,86a	9,28a	3,98ab	5,98a	8,90a	6,52a
Média	3,34	8,06a	9,02	3,78	5,92	8,63	6,80
C.V.(%)	14,19	7,93	8,02	23,58	7,40	16,01	5,36

Médias seguidas da mesma letra em cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade

TABELA 12. Média dos tratamentos para as variáveis rendimento de algodão em caroço nas 1ª e 2ª colheitas, peso de capulho, peso de 100 sementes e % de fibra (Solo de Monteiro, PB). Campina Grande, PB, 1992

Tratamentos	Rendimento Algodão em Caroço		Peso de capulho (g)	Peso 100 sementes (g)	Fibra (%)
	1ª Colheita (g/planta)	2ª Colheita (g/planta)			
01-Sem Fósforo (Testemunha Absoluta)	24,27a	23,72a	4,92 b	10,86ab	41,80a
02-Recomendação do Lab.Test.Relativa	27,54a	19,68a	5,16ab	10,50ab	41,50a
03-Adubação 40% da adsorção máxima	28,70a	19,17a	5,55ab	11,00ab	41,52a
04-Adubação 60% da adsorção máxima	29,44a	18,56a	5,22ab	10,50ab	41,26a
05-Adubação 80% da adsorção máxima	27,46a	21,00a	5,02ab	10,82ab	42,72a
06-Adubação 100% da adsorção máxima	31,28a	20,35a	5,50ab	11,10ab	40,82a
07-Adubação 120% da adsorção máxima	30,53a	17,58a	5,32ab	10,42a	41,30a
08-Adubação 140% da adsorção máxima	27,44a	20,06a	5,52a	10,96ab	39,82a
09-Adubação 160% da adsorção máxima	29,02a	20,90a	5,98a	11,30a	41,36a
10-Adubação 180% da adsorção máxima	30,21a	18,86a	5,54ab	10,12ab	40,66a
Média	28,56	19,99	5,36	10,76	41,28
C.V.(%)	11,44	23,70	5,74	3,25	2,66

Médias seguidas da mesma letra em cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade

TABELA 13. Média dos tratamentos para as variáveis germinação, teor de óleo e proteína (Solo de Monteiro, PB). Campina Grande, PB, 1992

Tratamentos	Germinação ¹ (%)	Teor de óleo ¹ (%)	Teor de Proteína ¹ (%)
01-Sem Fósforo (Testemunha Absoluta)	96,32	22,74	24,66
02-Recomendação do Lab.Test.Relativa	98,32	22,88	21,72
03-Adubação 40% da adsorção máxima	96,66	22,94	23,94
04-Adubação 60% da adsorção máxima	96,00	22,08	25,22
05-Adubação 80% da adsorção máxima	98,00	24,80	22,90
06-Adubação 100% da adsorção máxima	94,66	23,00	22,76
07-Adubação 120% da adsorção máxima	97,66	22,80	22,20
08-Adubação 140% da adsorção máxima	96,32	23,80	23,32
09-Adubação 160% da adsorção máxima	94,66	23,64	22,70
10-Adubação 180% da adsorção máxima	98,66	22,74	23,98
Média	96,82	23,14	23,34
C.V.(%)	3,02	6,08	6,64

¹Não significativo pelo teste Tukey, a nível de 5% de probabilidade

TABELA 14. Média dos tratamentos para as variáveis das características tecnológicas de fibra: comprimento, uniformidade, resistência, finura e maturidade (Solo de Monteiro, PB). Campina Grande, PB, 1992

1	Tratamentos	Comprimento ¹	Uniformidade ¹	Resist. ¹	Finura ¹	Maturidade
		2,5%mm	(%)	lb/mg	µg/in	ASTM(%)
	01-Sem Fósforo (Testemunha Absoluta)	32,46	54,42	7,82	3,50	69,64
	02-Recomendação do Lab.Test.Relativa	32,22	55,60	7,82	3,46	77,40
	03-Adubação 40% da adsorção máxima	32,12	54,76	8,52	3,42	71,36
	04-Adubação 60% da adsorção máxima	32,42	54,00	8,66	3,20	63,52
	05-Adubação 80% da adsorção máxima	32,80	56,30	8,06	3,82	77,72
	06-Adubação 100% da adsorção máxima	32 62	54,86	9,26	3,06	60,12
	07-Adubação 120% da adsorção máxima	32,26	55,06	8,32	3,50	64,40
	08-Adubação 140% da adsorção máxima	32,70	54,12	8,52	3,36	70,52
	09-Adubação 160% da adsorção máxima	32,22	55,26	7,60	3,42	71,52
	10-Adubação 180% da adsorção máxima	32,40	55,24	8,32	3,22	67,32
	Média	32,42	54,96	8,30	3,40	70,35
	C.V.(%)	1,66	2,58	8,64	8,41	14,44

¹Não significativo pelo teste Tukey, a nível de 5% de probabilidade

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAHIA FILHO, A.F.C.; BRAGA, J.M.; RESENDE, M.; RIBEIRO, A.C. Relação entre adsorção de fósforo e componentes mineralógicos da fração argila de latossolos do planalto central. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.7, n.3, p.221-226, 1983.
- BRAGA, J.M.; DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratores de solos e planta. Revista Ceres, Viçosa, v.113, p. 73-85, 1974.
- BRAY, R.H. Correlation of soil test with crop response to added fertilizers and with fertilizer requirement. In: KITCHEN, H.B., ed. Diagnostic technique for soils and crop. Washington: American Potash Institute, 1948. p.53-86.
- CABALA, F.P. Influência del encalabo em las formas, fijación y disponibilidad de fósforo em suelos de la región cacaotalera de Bahia Brasil. Turrialba: IICA, 1970. 97p. Tese Mestrado.
- CARVALHO, O.S. Avaliação de fertilidade do solo, isothermas de adsorção de fósforo. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1977. 12p.
- DALAL, R.C.; HALLSWORTH, E.G. Evaluation of the parameters of soil phosphorus availability factors in predicting yield response and phosphorus uptake. Soil Science American Proceeding, v.40, p. 541-546, 1976.
- DELAZARÍ, P.C.; BRAGA, J.M.; NOVAIS, R.F. Parâmetros de fósforo em função de características químicas e físicas de solos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.7, n.1, p.55-60, 1983.

FASSBENDER, H.W. Descripción físico-química del sistema fertilizante fosfatado-suelo-plantas. Turrialba, v.16, n.3, p.237-246, 1966.

FASSBENDER, H.W. Química del suelos. Turrialba: IICA, 1975. 398p.

GRIOG, J.L. Inorganic phosphorus fractions in south island soils and their solubility in commonly used extracting solutions. New Zealand Journal of Agricultural Research, v.8, p.313-326, 1965.

GUNARY, D.; SUTTON, C.D. Soil factors affecting plant uptake of phosphate. Journal Soil Science, v.18, p. 168-173, 1967.

HUNTER, A.S. Fertilidade do solo. São Paulo: IRI/Projeto Aliança para o Progresso (USAID/MA/Brasil), 1966. 150 p.

KHAANA, P.K. Inorganic soil phosphate fractions as related to soil-test values by methods. Plant and Soil, v.26, p. 277-284, 1967.

MATTINGLY, G.E.G. The influence of intensity and capacity factors of the availability of phosphate soil phosphorus. Great Britain: Min. Agric. Fish. Food, 1965. 9p. (Tech. Bull, 13).

MULJADI, D.; POSNER, A.M.; QUIRK, J.P. The mechanism of phosphate adsorption by kaolinite, gibbsite and pseudoboehmite. Part I. The isotherms and the effect of pH on adsorption. Journal Soil Science, v. 17, n.2, p. 212-247, 1966.

NOVAIS, R.F. Phosphate supplying capacity of previously heavily fertilized soils. Raleigh: North Carolina State University, 1977. 151p. (Ph. D. Thesis).

OLSEN, S.R.; WATANABE, F.S. A method to determine a phosphorus adsorption maximum of soils as measured by the Langmuir isotherm. Soil Science Society Proceedings. v.21, p. 144-149, 1957.

PRATT, P.F.; GARBER, M.J. Correlation of phosphorus availability by Chemical testes with inorganic phosphorus fractions. Soil Science Society of America Proceedings, v.28, p. 23-26, 1964.

PRATT, P.F. Química do solo. São Paulo: IRI/Projeto Aliança para o Progresso (USAID-BRASIL), 1966. 78p.

WILLIAMS, E.G. Effects of acid treatments of soil on phosphate availability. Journal of Soil Sciency, v.2, p. 110-117, 1965.



